

# OTKA PD 76403 pályázat – Záró beszámoló

## **Szubitizáció**

A szubitizáció az a jelenség, amikor a tárgyak megszámlálásakor a 4 alatti méretű halmazt gyorsabban számláljuk, mint a nagyobb halmazokat. Korábban a doktori disszertációmban azt vizsgáltam, hogy a jelenséget okozhatja-e az analóg mennyiség rendszer, vagy alternatív vizuális modellek hatékonyabbak. Az akkori eredmények szerint a szubitizációt vizuális folyamatok okozzák. Ezt az eredményt specifikáltuk tovább a mostani szakaszban. Azt sikerült kimutatni, hogy (a) a jelenség érzékeny a tárgyak elrendezésére (erre utaló eredményt többen kimutattak, de mi jobban kontrollált helyzetekben, pontosabban mértük le ennek a hatásnak két szintjét), és (b) az alakzatok esetében a torzítás olyan ütemben rontja le a szubitizációt, ahogyan az alakzatok hasonlósága azt megjósolná. Mindez egyértelműen az alakzatdetekciós magyarázat szerepét erősíti meg. Ezen felül feltártunk több téves és hiányos érvelést, amely az alakzatdetekciós magyarázat ellen tévesen érvel. Az eredmények egy átdolgozott kézirat formájában lektorálás alatt állnak egy nemzetközi szaklapban.

## **Diszkalkulia teszt**

Elkészítettük az Aritmetikai Képességek Kognitív Fejlődés Tesztje (AKKF) nevű diagnosztikus eszköz magyar változatát, illetve létrehoztuk annak magyar standardját. A teszt serdülők és felnőttek mérését szolgálja. Korábban két magyar nyelvű teszt volt elérhető a numerikus képességek zavarára. Az egyik a Dékány Judit által összeállított, kisiskolás korú gyermekek diagnózisára készített teszt, a másik a kutatócsoportunk által korábban adaptált NFSZT, amely szerzett sérülések mérését hivatott ellátni. Az AKKF teszttel egy új területen hoztunk létre használható eszközt. A teszt az első standardizált magyar nyelvű numerikus sérülést mérő eszköz. A teszt vizsgálata során megállapítottuk, hogy a teszt egésze reliábilis és valid, míg a teszt alskáláiról mindez nem mondható el. A teszt szakemberek számára ingyenesen elérhető lesz, a standardot leíró tanulmányt pedig egy szabadon elérhető, gyakorló szakemberek által jól ismert magyar nyelvű folyóiratba küldtük be.

## **Pároosság reprezentációja**

A pároosság reprezentációja egy speciális numerikus reprezentáció, amely egyúttal az absztrakt reprezentáció egy példája is. Utóbbi miatt a pároosság vizsgálata az absztrakt fogalmak kutatásában is fontos kérdés. Az FMRI vizsgálatunkban először mutattuk ki közvetlenül az arab számforma szerepét a pároossági feladatban a fusiform gíruszban. A pároosság előhívási hipotézisével összhangban aktivációt találtunk a bazális ganglionban. A bal oldali aktiváció összhangban van a pontos numerikus információ tárolásának baloldali lateralizációjával. Az eredményeket nemzetközi konferencián mutattuk be, míg a folyóiratban közölhető változathoz a vizsgálat egy kissé módosított elrendezésű megismétlésére van szükség.

## **Számjelölés hatás**

**1. A jelölés hatás.** A matematikai műveleteket indo-arab számokkal szoktuk végezni, és egyes alternatívákat, például a római számokat nehézkesnek gondolunk. Alig ismert, hogy a jelölésnek – specifikusan a helyiérték (pl. indo-arab szám) és a jelérték (pl. római szám) típusú jelölésnek – milyen hatása van a mentális numerikus folyamatokra. A kérdés vizsgálatát két megfontolás indokolta: (1) alapos komputációs elemzések jól kontrollált körülmények közt nem jelzik a jelérték hátrányát, (2) a kultúrtörténeti tény, miszerint a jelérték rendre hamarabb jelenik meg, mint a helyiérték, azt sugallja, hogy a jelérték közelebb áll a humán mentális architektúrához, mint a helyiérték. Mesterséges számjelölés rendszerben mutattuk ki egyszerű numerikus

feladatokban (többhatványú összehasonlításnál és összeadásnál), hogy jól kontrollált körülmények között a jelérték könnyebben használható, mint a helyiérték. Ezt számos kontroll vizsgálatban is megismételtük, illetve a hatás mérhető volt 10 és 6 éves gyermekeknél is. Az eredmények nyomán egy új, tárgy alapú numerikus reprezentációt javasoltunk. Az eredmények egy átdolgozott kézirat formájában lektorálás alatt állnak egy nemzetközi szaklapban.

**2. A jelölés hatás idegi háttere.** A jelölés hatás idegi korrelátumait vizsgálva fmri eljárással vizsgáltuk a jelölés hatást, ahol kimutattuk, hogy a tárgyreprezentációs elképzelésünkkel összhangban helyiértéknél nagyobb absztrakcióra utaló aktivitást találtunk a bal intraparietális árokban, illetve a felső laterális frontális területeken. Az eredményeket konferenciákon mutattuk be, míg a nemzetközi tanulmány beküldése előtt a téma szokatlansága miatt megvárjuk a viselkedési adataink megjelenését.

**3. A számjelölés elméleti kérdései.** Felmerül az általánosabb kérdés, hogy hogyan lehet egyáltalán a számokat jelölni, milyen tulajdonságai és korlátai vannak a különféle lehetőségeknek. A kérdés fontos a kognitív kutatások szempontjából, mert korlátokat nyújt a magyarázatainknak és a tervezett kísérleti paradigmáknak. Matematikatörténeti szempontból ugyancsak fontos a téma, hiszen a tendenciózus változások felismeréséhez és helyes leírásához szükséges egy megfelelő tipológia. Nem csoda, hogy három tipológia is ismert a szakirodalomban. Ezekhez képest egy alternatív lehetőséget írtam le, amely megoldást nyújt a korábbi elméletek számos problémájára. Az eredmények egy közel kész kéziratban találhatóak meg, amelyet hamarosan nemzetközi szaklaphoz nyújtok be.

Egy másik elméleti munka a római számok kultúrtörténeti rekonstrukcióját taglalja. Ebben azt írom le, hogy miért értik félre az indo-arab számjelölésben élő kultúr- és matematikatörténészek a római számokkal végzett műveletek komputációs nehézségét. Az írást több nemzetközi szaklaphoz benyújtottam, ahol egyelőre a fő problémát az jelenti, hogy az írás tisztán egyik tudományterülethez sem tartozik, így már a megfelelő folyóirat megtalálása is kihívást jelent.

**4. A számnevek jelölésének okai.** A számnév a számok jelölésének egy speciális formája. Jól láthatóan eltér más írott jelöléstől, azonban nem világos, hogy miért tér el a beszélt és az írott jelölés. Több hipotézis felállítása után számos elővizsgálatot végeztünk, ahol egyelőre nem sikerült a számnevek speciális jelölésének empirikus magyarázatát megtalálni. A munkát egyelőre felfüggesztettük.

**5. A jelölés-hatást befolyásoló tényezők.** A jelérték előnyét egyszerű numerikus feladatokkal és speciális alapszám és hatvány használattal mutattuk ki, hogy különböző zavaró tényezőket kizárjunk. Azonban felmerül a kérdés, hogy más körülmények közt is megmarad-e a jelölés-hatás korábbi formája. Egy másik, kultúrtörténeti motiváció arra a kérdésre keresi a választ, hogy a kultúrák komplexebbé válásával miért térünk át a helyiértékes jelölésre. A vizsgálatsorozatban az (a) alapszám és hatvány, (b) a hosszú távú tanulás, (c) a műveletek komplexitásának a hatását vizsgáljuk. Több vizsgálat lezárult, azonban a publikáció előtt további mérésekre van szükség.

**6. A jelölés-hatás fejlődési diszkalkuliában.** Mint a legtöbb numerikus hatás esetében, itt is felmerül a kérdés, hogy a fejlődési diszkalkuliában a jelölés hatás sérül-e. A sérülés többek közt az absztraktabb helyiérték jelölés kezelésének nehézségét mutatná. A mérések egy éve folynak, és további felnőtt diszkalkuliás résztvevők mérése szükséges.

**7. A jelölés hatás fejlődési vonatkozásai.**

A számjelölés hatás fejlődése kapcsán egyrészt kimutattuk, hogy a jelölés hatás kisiskolás és óvodás korban is megfigyelhető, amikor az írott rendszerek ismerete korlátozott. Ezen túl kimutattuk, hogy a jelöléshatás nem a már felnőttkorban jól ismert indo-arab számjelölés miatti negatív transzfer eredménye. Újabb vizsgálatainkban közvetlenebb módon is kimutattuk, hogy a többhatványú jelölések használata során egyfajta tárgyreprezentáció segítségével érthetőek meg a számok. Jelenleg a hatványok közti átváltás fejlődésének vizsgálata kezdődött el. Az eredmények egy részét már benyújtottuk közlésre (jelérték jelenléte óvodás korban, indo-arab számok

ismeretének szerepe a jelöléshatásban), míg más részek esetében még csak a méréseink egy részét mutattuk be nemzetközi konferenciákon (tárgyjelölés reprezentáció használata).

### ***Procedurális folyamatok***

A procedurális folyamatok szerepét a numerikus feladatmegoldásban számos korábbi munka említi. Több vizsgálati módszert terveztünk, hogy a procedurális folyamatok jellegét vizsgálhassuk. Azonban az erőfeszítések ellenére több feladatban sem sikerült megfelelő hatásnagyságú procedurális hatást találni. Mindezek miatt ezen kérdés vizsgálatát felfüggesztettük.

### ***Eltérések az eredeti pályázati tervtől***

A munka elvégzése során több ponton eltértünk az eredeti tervtől. Egyrészt azokat a területeket preferáltuk, ahol reálisan elérhető eredményt találtunk, míg azoknak a témáknak a vizsgálatát felfüggesztettük, ahol néhány próbálkozás után nem találtunk publikálható eredményt. Másrészt a külső környezet változása miatt egyes eszközök és résztvevő csoportok elérhetősége megváltozott, így ésszerű volt az új lehetőségekhez igazodni.

Ennek megfelelően a számjelöléssel kapcsolatos vizsgálatokat kiterjesztettük, és a munkánk nagyobbik részét adták végül. Ellenkező oldalon egyes neuropszichológiai vizsgálatok háttérbe szorultak, ahogyan néhány módszertani (érintőképernyős lehetőségek) is későbbre ütemeződnek az eszközök lassú beszerzése miatt. A várt eredmények hiánya miatt a procedurális rendszerrel kapcsolatos vizsgálatainkat függesztettük fel.